

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 08162801
PUBLICATION DATE : 21-06-96

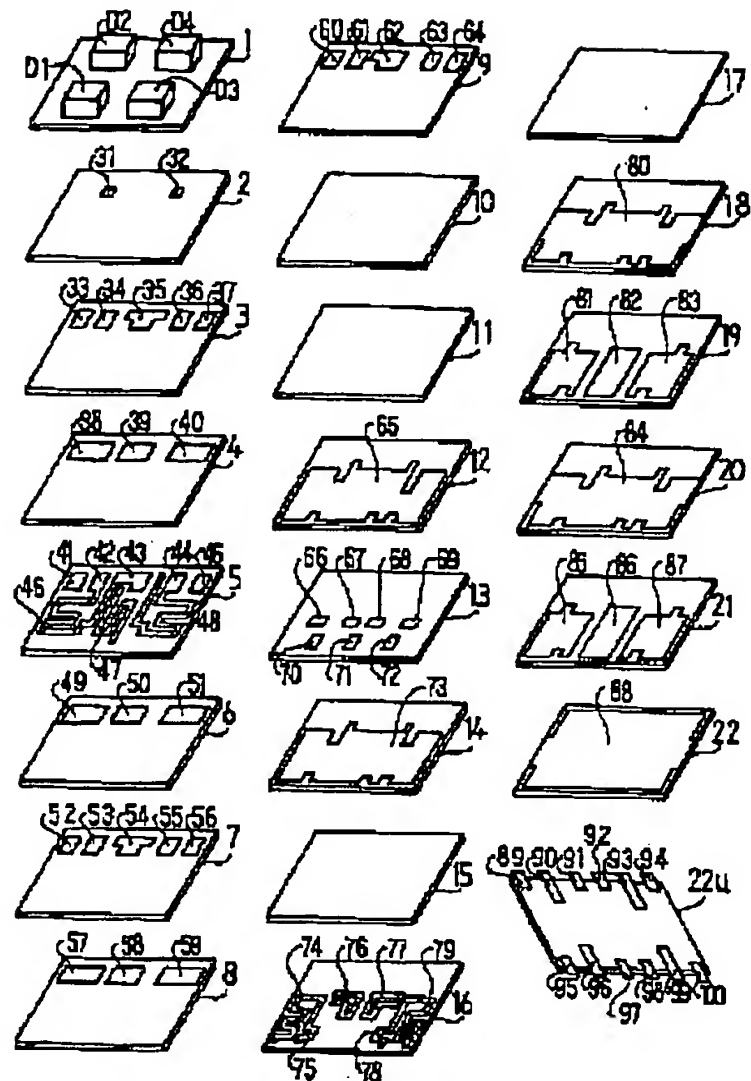
APPLICATION DATE : 30-11-94
APPLICATION NUMBER : 06297075

APPLICANT : MURATA MFG CO LTD;

INVENTOR : NAKAJIMA NORIO;

INT.CL. : H01P 1/15 H04B 1/18 H04B 1/44

TITLE : HIGH FREQUENCY SWITCH



ABSTRACT : PURPOSE: To attain miniaturization and low current consumption, to reduce the cost, to surely obtain a desired characteristic, to operate the switch with only a single control power supply and to eliminate the need for an impedance matching circuit.

CONSTITUTION: The high frequency switch is formed by laminating dielectric layers 1-22 on which diodes D1-D4, capacitor electrodes 31-45, 49-64, 66-72, 81-83, 85-87, strip line electrodes 46-48 74-79, ground electrodes 65, 73, 80, 84, 88, antenna use external electrodes 89, 94, a transmission circuit use external electrode 91, reception circuit use external electrodes 95, 99, control use external electrodes 90, 92, 93, 96, 98, 99 and a ground use external electrode 97.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-162801

(43) 公開日 平成8年(1996)6月21日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 P 1/15

H 0 4 B 1/18

1/44

J

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平6-297075

(22) 出願日 平成6年(1994)11月30日

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 田中 浩二

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(72) 発明者 利根川 謙

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(72) 発明者 加藤 充英

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

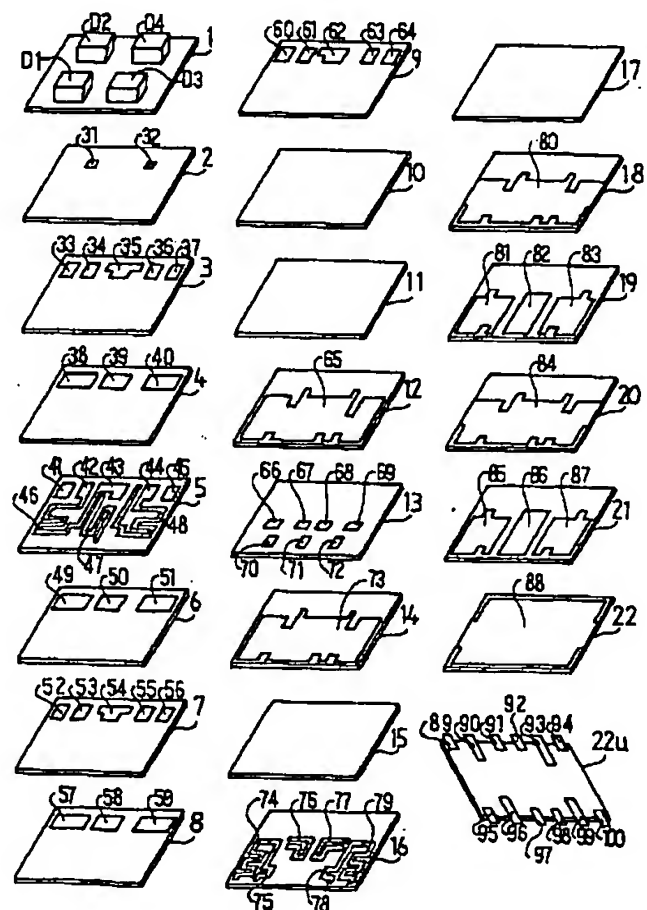
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高周波スイッチ

(57) 【要約】

【目的】 小型化・低消費電流化・低コスト化が可能で、確実に所望の特性を得ることができ、単一のコントロール電源のみで動作し、インピーダンス整合回路が不必要な、ダイバーシティ対応の高周波スイッチを提供することである。

【構成】 高周波スイッチZ 2は、誘電体層1~22上にダイオードD 1~D 4が搭載され、コンデンサ電極31~45, 49~64, 66~72, 81~83, 85~87、ストリップライン電極46~48, 74~79、グランド電極65, 73, 80, 84, 88、アンテナ用外部電極89, 94、送信回路用外部電極91、受信回路用外部電極95, 99、コントロール用外部電極90, 92, 93, 96, 98, 99、グランド用外部電極97が形成され、さらに各誘電体層1~22が積層されてなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 5つのポートを有し、該5つのポートのうち、第1のポートと第2のポートの接続の切り換えと、前記第1のポートと第3のポートの接続の切り換え、及び前記第3のポートと第4のポートの接続の切り換えと、前記第4のポートと第5のポートの接続の切り換えを行うための高周波スイッチにおいて、

複数の誘電体層を積層してなる多層基板の外面に前記5つのポートを形成するとともに高周波デバイスを搭載し、少なくとも前記多層基板の外表面または前記誘電体層上に、グランド電極と前記5つのポートと前記高周波デバイスとに接続した信号ラインとを形成し、前記信号ラインと同一平面上には、前記信号ラインと前記グランド電極間に接続した分布定数線路を形成し、該分布定数線路を介して前記高周波デバイスにバイアス電圧をかけてなることを特徴とする、高周波スイッチ。

【請求項2】 前記高周波デバイスとしてダイオードを用い、前記第1のポートを第1のダイオードのカソードに、アノードをグランドに接続し、前記第2のポートと前記第3のポートとの間に、第2のダイオードを接続し、前記第3のポートと前記第4のポートとの間に、第3のダイオードを前記第2のダイオードと順方向に接続し、第4のダイオードのカソードを前記第5のポートに、アノードをグランドに接続し、

前記第1のポートと前記第2のポートとの間に、第1の分布定数線路を接続し、該第1の分布定数線路と前記第2のポートの接続点とグランドとの間に、第2の分布定数線路を接続し、前記第2のポートと前記第2のダイオードの接続点とグランドとの間に、第3の分布定数線路を接続し、前記第3のダイオードと前記第4のポートの接続点とグランドの間に、第4の分布定数線路を接続し、前記第4のポートと前記第5のポートの間に、第5の分布定数線路を接続し、該第5の分布定数線路と前記第4のポートの接続点とグランドとの間に、第6の分布定数線路を接続し、前記第2のダイオードと前記第3のダイオードの接続点とグランドとの間に、第7の分布定数線路を接続し、

前記第3の分布定数線路のグランド側と前記第4の分布定数線路のグランド側との間に、第1の抵抗と第2の抵抗との直列回路を接続し、

前記第1のダイオードのグランド側に第3の抵抗を介して第1のコントロール端子を接続し、前記第2の分布定数線路のグランド側に第2のコントロール端子を接続し、前記第1の抵抗と前記第2の抵抗の接続点に第3のコントロール端子を接続し、前記第7の分布定数線路のグランド側に第4のコントロール端子を接続し、前記第6の分布定数線路のグランド側に第5のコントロール端子を接続し、前記第4のダイオードのグランド側に第4の抵抗を介して第6のコントロール端子を接続したことを特徴とする、請求項1に記載の高周波スイッチ。

【請求項3】 前記第1～第4のダイオードに並列に、それぞれ第5～第8の抵抗を接続したことを特徴とする、請求項2に記載の高周波スイッチ。

【請求項4】 前記第2のダイオードに並列に、第8の分布定数線路と第1のコンデンサとの直列回路を接続し、第3のダイオードに並列に、第9の分布定数線路と第2のコンデンサとの直列回路を接続し、前記第2及び第3のダイオードのオフ時におけるそれぞれの静電容量と、前記第8及び第9の分布定数線路のそれぞれのインダクタンス成分により、並列共振回路を構成したことを特徴とする、請求項2に記載の高周波スイッチ。

【請求項5】 前記第2のダイオードに並列に、第8の分布定数線路と第1のコンデンサとの直列回路及び第3のコンデンサを互いに並列に接続し、第3のダイオードに並列に、第9の分布定数線路と第2のコンデンサとの直列回路及び第4のコンデンサを互いに並列に接続し、前記前記第2及び第3のダイオードのオフ時におけるそれぞれの静電容量と第3及び第4のコンデンサのそれぞれの合成静電容量と、前記第8及び第9の分布定数線路のそれぞれのインダクタンス成分により、並列共振回路を構成したことを特徴とする、請求項2に記載の高周波スイッチ。

【請求項6】 前記分布定数線路としてストリップラインを用いたことを特徴とする、請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の高周波スイッチ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、移動体通信機器等の高周波回路において、信号の経路の切り換えを行うための高周波スイッチに関するものであり、特に、ダイバーシティ方式の送受信切り換えに対応した高周波スイッチに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 一般に、ダイバーシティ方式の送受信切り換えに対応した高周波スイッチZ1は、図4に示すように、第1のアンテナANT1と第1の受信回路RX1の接続の切り換えと、第1のアンテナANT1と送信回路TXの接続の切り換え、及び第2のアンテナANT2と第2の受信回路RX2の接続の切り換えと、第2のアンテナANT2と送信回路TXの接続の切り換えを行うために用いられ、第1のアンテナANT1、第2のアンテナANT2、第1の受信回路RX1、第2のアンテナANT2、送信回路TXに接続されるものである。また、高周波スイッチZ1は、3つの高周波スイッチZ1a、Z1b、Z1cを直列に接続して構成することにより、ダイバーシティ方式の送受信切り換えに対応している。

【0003】 従来は、ダイバーシティ方式の送受信切り換えに対応した高周波スイッチZ1を構成する高周波スイッチZ1a、Z1b、Z1cとして、ピンダイオード

スイッチ又はGaAs半導体スイッチを用いていた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、ピンダイオードスイッチを用いた場合、基板上にチョークコイルの実装とストリップラインの引き回しが必要となるために大型となり、今後さらに小型化が予想される移動体通信機器などの分野の要求に答えるのは困難である。また、複数の部品を接続することによって高周波スイッチを構成しているため、接続線路に浮遊容量や浮遊インダクタンスなどの素子値が入り、確実に所望の特性を得るのが困難である問題があった。

【0005】また、GaAs半導体スイッチを用いた場合、正負の2つのコントロール電源が必要となり、それにともない、正負の2つのコントロール電源を接続する端子数も増加するため、大型となる問題があった。さらに、GaAs半導体スイッチをオンにするために大きな制御電圧をかける必要があり、消費電流が大きくなるという問題もあった。また、各々のGaAs半導体スイッチ間にインピーダンスマッチング用回路を付加する必要があり、さらに、GaAs半導体スイッチが3個必要であるため、コストが高くなる問題もあった。

【0006】それゆえに、この発明の主たる目的は、小型化が可能で、確実に所望の特性を得ることができるダイバーシティ方式の送受信切り換えに対応した高周波スイッチを提供することである。また、単一の（正又は負の）コントロール電源のみで動作し、インピーダンス整合回路が不必要であり、消費電流を小さくでき、コストの低いダイバーシティ方式の送受信切り換えに対応した高周波スイッチを提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明においては、5つのポートを有し、該5つのポートのうち、第1のポートと第2のポートの接続の切り換えと、前記第1のポートと第3のポートの接続の切り換え、及び前記第3のポートと第4のポートの接続の切り換えと、前記第4のポートと第5のポートの接続の切り換えを行うための高周波スイッチにおいて、複数の誘電体層を積層してなる多層基板の外面に前記5つのポートを形成するとともに高周波デバイスを搭載し、少なくとも前記多層基板の外表面または前記誘電体層上に、

グランド電極と前記5つのポートと前記高周波デバイスとに接続した信号ラインとを形成し、前記信号ラインと同一平面上には、前記信号ラインと前記グランド電極間に接続した分布定数線路を形成し、該分布定数線路を介して前記高周波デバイスにバイアス電圧をかけてなることを特徴とする。

【0008】また、前記高周波デバイスとしてダイオードを用い、前記第1のポートを第1のダイオードのカソードに、アノードをグランドに接続し、前記第2のポートと前記第3のポートとの間に、第2のダイオードを接

続し、前記第3のポートと前記第4のポートとの間に、第3のダイオードを前記第2のダイオードと順方向に接続し、第4のダイオードのカソードを前記第5のポートに、アノードをグランドに接続し、前記第1のポートと前記第2のポートとの間に、第1の分布定数線路を接続し、該第1の分布定数線路と前記第2のポートの接続点とグランドとの間に、第2の分布定数線路を接続し、前記第2のポートと前記第2のダイオードの接続点とグランドとの間に、第3の分布定数線路を接続し、前記第3のダイオードと前記第4のポートの接続点とグランドの間に、第4の分布定数線路を接続し、前記第4のポートと前記第5のポートの間に、第5の分布定数線路を接続し、該第5の分布定数線路と前記第4のポートの接続点とグランドとの間に、第6の分布定数線路を接続し、前記第2のダイオードと前記第3のダイオードの接続点とグランドとの間に、第7の分布定数線路を接続し、前記第3の分布定数線路のグランド側と前記第4の分布定数線路のグランド側との間に、第1の抵抗と第2の抵抗との直列回路を接続し、前記第1のダイオードのグランド側に第3の抵抗を介して第1のコントロール端子を接続し、前記第2の分布定数線路のグランド側に第2のコントロール端子を接続し、前記第1の抵抗と前記第2の抵抗の接続点に第3のコントロール端子を接続し、前記第7の分布定数線路のグランド側に第4のコントロール端子を接続し、前記第6の分布定数線路のグランド側に第5のコントロール端子を接続し、前記第4のダイオードのグランド側に第4の抵抗を介して第6のコントロール端子を接続したことを特徴とする。

【0009】また、前記第1～第4のダイオードに並列に、それぞれ第5～第8の抵抗を接続したことを特徴とする。

【0010】また、前記第2のダイオードに並列に、第8の分布定数線路と第1のコンデンサとの直列回路を接続し、第3のダイオードに並列に、第9の分布定数線路と第2のコンデンサとの直列回路を接続し、前記第2及び第3のダイオードのオフ時におけるそれぞれの静電容量と、前記第8及び第9の分布定数線路のそれぞれのインダクタンス成分により、並列共振回路を構成したことを特徴とする。

【0011】前記第2のダイオードに並列に、第8の分布定数線路と第1のコンデンサとの直列回路及び第3のコンデンサを互いに並列に接続し、第3のダイオードに並列に、第9の分布定数線路と第2のコンデンサとの直列回路及び第4のコンデンサを互いに並列に接続し、前記前記第2及び第3のダイオードのオフ時におけるそれぞれの静電容量と第3及び第4のコンデンサのそれぞれの合成静電容量と、前記第8及び第9の分布定数線路のそれぞれのインダクタンス成分により、並列共振回路を構成したことを特徴とする。

【0012】また、前記分布定数線路としてストリップ

5

ラインを用いたことを特徴とする。

【0013】

【作用】上記の構成によれば、複数の誘電体層を積層してなる多層基板中に、各素子を積層構造により集中して形成するため、1チップの高周波スイッチとすることができ、コストが低くなる。また、浮遊容量や浮遊インダクタンスなどの素子値が入らなくなる。

【0014】また、ダイオードを4個使用し、6箇所にコントロール端子を設けることにより、第1のポートと第2のポートの接続の切り換えと、第1のポートと第3のポートの接続の切り換え、及び第3のポートと第4のポートの接続の切り換えと、第4のポートと第5のポートの接続の切り換えを行うことができる。

【0015】また、第3の分布定数線路のグランド側と第4の分布定数線路のグランド側を抵抗を介して接続することにより、正または負の単一電源により駆動することができ、回路配置が簡略化される。

【0016】また、1チップの高周波スイッチとすることができ、さらに正または負の単一電源により駆動することができるため、従来のピンダイオードスイッチ又はGaAs半導体スイッチを用いた高周波スイッチに比べて全体の寸法が小さくなる。また、ダイオードをオンにするための制御電圧は、GaAs半導体スイッチをオンにするための制御電圧に比べて小さいものである。

【0017】また、各部品を同時設計して高周波スイッチを形成することにより、インピーダンスマッチングを施した設計を行うことができる。

【0018】

【実施例】以下、本発明による高周波スイッチの実施例を図面を用いて説明する。図1は、本発明の一実施例である高周波スイッチZ2の斜視図である。高周波スイッチZ2は、多層基板T1を含む。多層基板T1は、図2に示す第1の誘電体層～第22の誘電体層1～22を順次積層することによって形成される。第1の誘電体層1上にはダイオードD1～D4が搭載される。また、第2、第3、第4、第6、第7、第8、第9、第13、第19、第21の誘電体層2、3、4、6、7、8、9、13、19、21上には、それぞれコンデンサ電極31と32、33～37、38～40、49～51、52～56、57～59、60～64、66～72、81～83、85～87が形成される。また、第5の誘電体層5上には、コンデンサ電極41～45とストリップライン電極46～48が形成される。また、第16の誘電体層16上には、ストリップライン電極74～79が形成される。また、第12、第14、第18、第20、第22の誘電体層12、14、18、20、22上には、それぞれグランド電極65、73、80、84、88が形成される。さらに、第22の誘電体層22の下面(図2中に22uと符号を付す)には、アンテナ用外部電極89、94と、送信回路用外部電極91と、受信回路用外

6

部電極95、99と、コントロール用外部電極90、92、93、96、98、99と、グランド用外部電極97が形成される。

【0019】そして、誘電体層1乃至22には信号ライン電極(図示せず)とビアホール電極(図示せず)とを必要な箇所に形成し、また多層基板T1の外面にも外部電極(図示せず)を形成し、該ビアホール電極及び外部電極を介して、前述のダイオード、コンデンサ電極、ストリップライン電極、グランド電極、アンテナ用外部電極、送信回路用外部電極、受信回路用外部電極、コントロール用外部電極、グランド用外部電極のそれぞれを適宜接続することにより、後述する図3に示す回路構成と等価に、高周波スイッチZ2を構成してなるものである。

【0020】このような高周波スイッチを製造するにあたっては、誘電体セラミックグリーンシートが準備される。そして、誘電体セラミックグリーンシート上に、各々の電極・信号ラインの形状に応じて電極ペーストが印刷される。次に、所定形状に電極ペーストが印刷された誘電体セラミックグリーンシートを積層し、焼成することによって、誘電体層が積層してなる多層基板が形成される。この際、誘電体セラミックグリーンシートを積層した後、外部電極の形状に電極ペーストを印刷し、一体焼成することによって高周波スイッチを形成してもよい。

【0021】このように、各素子を積層構造により集中して形成するため、全体の寸法が小さい1チップの高周波スイッチとすることができ、またコストを低くすることができる。さらに、浮遊容量や浮遊インダクタンスなどの素子値が入らなくなるため、所望の特性を得ることができる。

【0022】図3に、この高周波スイッチZ2の等価回路を示す。図3において、コンデンサC1～C18は、多層基板T1の内部に、それぞれ前述のコンデンサ電極66、70、81と85、83と87、72、69、67、33と38と41と49と52と57と60、34と38と42と49と53と57と61、36と40と44と51と55と59と63、37と40と45と51と56と59と64、68、31、32、82と86、71、43と62、35と39と50と54で形成される。また、ストリップラインS1～S9も、多層基板T1の内部にそれぞれ前述のストリップライン電極74、75、76、77、78、79、47、46、48で形成される。また、抵抗R1～R8は、本実施例においては前述の多層基板T1の外部に形成されるが、多層基板T1の表面又は内部にチップ抵抗または印刷抵抗として形成することも可能である。

【0023】以下、図3を参照して高周波スイッチZ2の回路構成の説明をする。ポートP1は、コンデンサC7と分布定数線路であるストリップラインS1とコンデ

ンサC 8の直列回路を介してポートP 2に接続される。また、コンデンサC 7とストリップラインS 1の接続点は、ダイオードD 1のカソードに接続され、ダイオードD 1のアノードは、コンデンサC 1を介してグラウンドに接続されるとともに、抵抗R 1を介してコントロール端子V 1に接続される。一方、ダイオードD 1のアノード・カソード間に、抵抗R 2が並列に接続される。さらに、ストリップラインS 1とコンデンサC 8の接続点は、ストリップラインS 2及びコンデンサC 2の直列回路を介してグラウンドに接続され、ストリップラインS 2とコンデンサC 2の接続点には、コントロール端子V 2が接続される。

【0024】また、ポートP 2は、コンデンサC 9を介してダイオードD 2のアノードに接続され、コンデンサC 9とダイオードD 2の接続点は、ストリップラインS 3及びコンデンサC 3の直列回路を介してグラウンドに接続される。また、ダイオードD 2のカソードは、コンデンサC 16を介してポートP 3に接続されるとともに、ダイオードD 3のアノードに接続され、さらにストリップラインS 7及びコンデンサC 15の直列回路を介してグラウンドに接続される。また、ストリップラインS 7とコンデンサC 15の接続点には、コントロール端子V 4が接続される。一方、ダイオードD 2のアノード・カソード間には、抵抗R 3と、ストリップラインS 8及びコンデンサC 17の直列回路と、コンデンサC 13とが互いに並列に接続される。

【0025】また、ダイオードD 3のカソードは、コンデンサC 10を介してポートP 4に接続され、ダイオードD 3のカソードとコンデンサC 10の接続点は、ストリップラインS 4及びコンデンサC 4の直列回路を介してグラウンドに接続される。一方、ダイオードD 3のアノード・カソード間には、抵抗R 4と、ストリップラインS 9及びコンデンサC 18の直列回路と、コンデンサC 14とが互いに並列に接続される。

【0026】さらに、ストリップラインS 3とコンデンサC 3の接続点と、ストリップラインS 4とコンデンサC 4の接続点は、抵抗R 7及び抵抗R 8の直列回路で接続され、抵抗R 7と抵抗R 8の接続点には、コントロール端子V 3が接続される。

【0027】また、ポートP 4は、コンデンサC 11とストリップラインS 6とコンデンサC 12の直列回路を介してポートP 5に接続される。また、コンデンサC 11とストリップラインS 6の接続点は、ストリップラインS 5及びコンデンサC 5の直列回路を介してグラウンドに接続され、ストリップラインS 5とコンデンサC 5の接続点には、コントロール端子V 5が接続される。さらに、ストリップラインS 6とコンデンサC 12の接続点は、ダイオードD 4のカソードに接続され、ダイオードD 4のアノードは、コンデンサC 6を介してグラウンドに接続されるとともに、抵抗R 5を介してコントロール端

子V 6に接続される。一方、ダイオードD 4のアノード・カソード間に、抵抗R 6が並列に接続されて、高周波スイッチZ 2が構成される。

【0028】なお、コンデンサC 1～C 7、C 12、C 15、C 16は、コントロール端子V 1～V 5に印加された制御電圧により流れる電流が、ダイオードD 1～D 4を含む回路にのみ流れるように電流経路を制限し、他の部分に影響を及ぼさないようにするものである。

【0029】また、ストリップラインS 1～S 7は、目的の周波数における信号の波長の1/4以下の長さを有する90°位相シフタ又はハイインピーダンス線路である。また、抵抗R 1、R 5、R 7、R 8は、ダイオードD 1～D 4に一定の電流を流すためのものである。

【0030】次に、高周波スイッチZ 2の動作を、実施例とともに説明する。なお、以下に説明する実施例においては、第1の受信回路RX 1をポートP 1に接続し、第1のアンテナANT 1をポートP 2に接続し、送信回路TXをポートP 3に接続し、第2のアンテナANT 2をポートP 4に接続し、第2の受信回路RX 2をポートP 5に接続するものとする。

【0031】まず、第1のアンテナANT 1を用いて送信回路TXから送信する場合、コントロール端子V 1、V 3に正の制御電圧を印加し、コントロール端子V 2、V 4をグラウンドに接続する。又は、コントロール端子V 1、V 3をグラウンドに接続し、コントロール端子V 2、V 4に負の制御電圧を印加する。この制御電圧は、ダイオードD 1、D 2に対しては順方向のバイアス電圧となり、ダイオードD 3に対しては逆方向のバイアス電圧となるため、ダイオードD 1、D 2はオンになり、ダイオードD 3はオフになる。

【0032】従って、ポートP 3とポートP 2間（送信回路TXと第1のアンテナANT 1間）に送信信号が流れ、ポートP 3とポートP 4間（送信回路TXと第2のアンテナANT 2間）、及びポートP 3とポートP 5間（送信回路TXと第2の受信回路RX 2間）には送信信号が流れない。

【0033】また、ストリップラインS 1は、ダイオードD 1とコンデンサC 1によりグラウンドに接続されて送信回路TXからの送信周波数で共振し、そのインピーダンスがほぼ無限大となるため、ポートP 3（送信回路TX）からの信号は、ポートP 1（第1の受信回路RX 1）にはほとんど伝送されることはない。さらに、ストリップラインS 2、S 3、S 7も、コンデンサC 2、C 3、C 15によりグラウンドに接続されて送信回路TXからの送信周波数で共振し、そのインピーダンスがほぼ無限大となるため、送信信号がグラウンド側にもれることはない。

【0034】次に、第2のアンテナANT 2を用いて送信回路TXから送信する場合、コントロール端子V 4、V 6に正の制御電圧を印加し、コントロール端子V 3、

9

V5をグラウンドに接続する。又は、コントロール端子V4、V6をグラウンドに接続し、コントロール端子V3、V5に負の制御電圧を印加する。この制御電圧は、ダイオードD3、D4に対しては順方向のバイアス電圧となり、ダイオードD2に対しては逆方向のバイアス電圧となるため、ダイオードD3、D4はオンになり、ダイオードD2はオフになる。

【0035】従って、ポートP3とポートP4間（送信回路TXと第2のアンテナANT2間）に送信信号が流れ、ポートP3とポートP1間（送信回路TXと第1の受信回路RX1間）、及びポートP3とポートP2間（送信回路TXと第1のアンテナANT1間）には送信信号が流れない。

【0036】また、ストリップラインS6は、ダイオードD4とコンデンサC6によりグラウンドに接続されて送信回路TXからの送信周波数で共振し、そのインピーダンスがほぼ無限大となるため、ポートP3（送信回路TX）からの信号は、ポートP5（第2の受信回路RX2）にはほとんど伝送されることはない。さらに、ストリップラインS4、S5、S7も、コンデンサC4、C5、C15によりグラウンドに接続されて送信回路TXからの送信周波数で共振し、そのインピーダンスがほぼ無限大となるため、送信信号がグラウンド側にもれることはない。

【0037】次に、第1のアンテナANT1を用いて第1の受信回路RX1で受信する場合、コントロール端子V2、V4に正の制御電圧を印加し、コントロール端子V1、V3をグラウンドに接続する。又は、コントロール端子V2、V4をグラウンドに接続し、コントロール端子V1、V3に負の制御電圧を印加する。この制御電圧は、ダイオードD1、D2に対して逆方向のバイアス電圧となるため、ダイオードD1、D2はオフになる。

【0038】従って、ポートP2とポートP1間（第1のアンテナANT1と第1の受信回路RX1間）に受信信号が流れ、ポートP2（第1のアンテナANT1）とダイオードD1・コンデンサC1を介したグラウンド間、ポートP2とポートP3間（第1のアンテナANT1と送信回路TX間）、及びポートP2とポートP5間（第1のアンテナANT1と第2の受信回路RX2間）には受信信号が流れない。また、ストリップラインS2、S3は、コンデンサC2、C3によりグラウンドに接続されて第1のアンテナANT1からの受信周波数で共振し、そのインピーダンスがほぼ無限大となるため、受信信号がグラウンド側にもれることはない。

【0039】次に、第2のアンテナANT2を用いて第2の受信回路RX2で受信する場合、コントロール端子V3、V5に正の制御電圧を印加し、コントロール端子V4、V6をグラウンドに接続する。又は、コントロール端子V3、V5をグラウンドに接続し、コントロール端子V4、V6に負の制御電圧を印加する。この制御電圧

10

は、ダイオードD3、D4に対して逆方向のバイアス電圧となるため、ダイオードD3、D4はオフになる。

【0040】従って、ポートP4とポートP5間（第2のアンテナANT2と第2の受信回路RX2間）に受信信号が流れ、ポートP4（第2のアンテナANT2）とダイオードD4・コンデンサC6を介したグラウンド間、ポートP4とポートP3間（第2のアンテナANT2と送信回路TX間）、及びポートP4とポートP2間（第2のアンテナANT2と第1の受信回路RX1間）には受信信号が流れない。また、ストリップラインS4、S5は、コンデンサC4、C5によりグラウンドに接続されて第2のアンテナANT2からの受信周波数で共振し、そのインピーダンスがほぼ無限大となるため、受信信号がグラウンド側にもれることはない。

【0041】以上に述べた高周波スイッチZ2の動作において、第1のアンテナANT1を用いた送信回路TXからの送信と、第2のアンテナANT2を用いた第2の受信回路RX2での受信は、コントロール端子V1、V3、V5に正の制御電圧を印加し、コントロール端子V2、V4、V6をグラウンドに接続するか、若しくは、コントロール端子V1、V3、V5をグラウンドに接続し、コントロール端子V2、V4、V6に負の制御電圧を印加することにより、同時に行うことが可能である。

【0042】また、第2のアンテナANT2を用いた送信回路TXからの送信と、第1のアンテナANT1を用いた第1の受信回路RX1での受信も、コントロール端子V2、V4、V6に正の制御電圧を印加し、コントロール端子V1、V3、V5をグラウンドに接続するか、若しくは、コントロール端子V2、V4、V6をグラウンドに接続し、コントロール端子V1、V3、V5に負の制御電圧を印加することにより、同時に行うことが可能である。

【0043】また、ポートP3側（送信回路TX側）から見たポートP1方向（第1の受信回路RX1方向）とポートP5方向（第2の受信回路RX2方向）の回路の対称性は確保されており、切り換える方向により特性の変化は生じない。

【0044】また、ダイオードD2とダイオードD3の極性方向は、図3に示した方向以外に、その反対の方向でも実施可能である。この場合、コントロール端子V3、V4に印加される制御電圧の極性と、ポートP2、P3、P4の接続関係は逆になる。

【0045】ここで、抵抗R2～R4、R6は、ダイオードD1～D4のオフ時の静電容量に蓄積された電荷を、ダイオードD1～D4のオン時と同時に抵抗R2～R4、R6に放電することにより、ダイオードD1～D4のオフからオンのスイッチング動作をスムーズに行うためのものである。

【0046】また、ストリップラインS8とコンデンサC17の直列回路、及びコンデンサC13は、ダイオード

ドD2のオフ時の静電容量とコンデンサC13との合成静電容量と、ストリップラインS8のインダクタンス成分とで並列共振回路を形成する。そして、共振周波数を信号の周波数とを一致させることにより、ダイオードD2のオフ時のインピーダンスを増加させ、第1のアンテナANT1と送信回路TX間のアイソレーションを向上させるものである。同様に、ストリップラインS9とコンデンサC18の直列回路、及びコンデンサC14は、ダイオードD3のオフ時の静電容量とコンデンサC14との合成静電容量と、ストリップラインS9のインダクタンス成分とで並列共振回路を形成する。そして、共振周波数を信号の周波数とを一致させることにより、ダイオードD3のオフ時のインピーダンスを増加させ、送信回路TXと第2のアンテナANT2とのアイソレーションを向上させるものである。ここで、コンデンサC17、C18はストリップラインS8、S9により電流がバイパスされるのを防ぐためのものであり、コンデンサC13、C14は前記並列共振回路に静電容量を付加して所望の共振周波数を得るためのものである。

【0047】このように構成された高周波スイッチZ2は、コントロール端子V1～V6に印加される制御電圧の電源を、正又は負の単一電源で構成することができる。また、ダイオードをオンにするための制御電圧は、GaAs半導体スイッチをオンにするための制御電圧に比べて小さいものである。

【0048】

【発明の効果】以上説明したように、本発明にかかる高周波スイッチによれば、複数の誘電体層を積層してなる多層基板中に、各素子を積層構造により集中して形成するため、1チップの高周波スイッチとすることができ、コストが低くなる。また、浮遊容量や浮遊インダクタンスなどの素子値が入らなくなるため、所望の特性を得ることができる。

【0049】また、ダイオードを4個使用し、6箇所コントロール端子を設けることにより、第1のポートと第2のポートの接続と、第1のポートと第3のポートの接続の切り換え、及び第3のポートと第4のポートの接続と、第4のポートと第5のポートの接続の切り換えを行うことができる。従って、第1のアンテナANT1と第1の受信回路RX1の接続の切り換えと、第1のアンテナANT1と送信回路TXと接続の切り換え、及び第2のアンテナANT2と第2の受信回路RX2の接続の切り換えと、第2のアンテナANT2と送信回路TXの接続の切り換えを行うところの、ダイバーシティ方式の送受信切り換えに対応することができる。

【0050】また、第3の分布定数線路のグランド側と第4の分布定数線路のグランド側が抵抗を介して接続されることにより、正または負の単一電源により駆動することができる。従って、回路配置の簡略化を図ることができる。

【0051】また、1チップの高周波スイッチとすることができ、さらに正または負の単一電源により駆動することができるので、従来のピンダイオードスイッチ又はGaAs半導体スイッチを用いた高周波スイッチに比べて全体の寸法を小さくすることができる。従って、今後さらに小型化が予想される移動体通信機器などの要求に応えることが可能になる。

【0052】また、ダイオードをオンにするための制御電圧は、GaAs半導体スイッチをオンにするための制御電圧に比べて小さいものであるため、GaAs半導体スイッチを用いた高周波スイッチに比べて消費電流を低くすることができる。

【0053】また、各素子を同時設計して高周波スイッチを形成することにより、インピーダンスマッチングを施した設計を行うことができる。従って、インピーダンス整合回路を不必要とすることができる。

【0054】また、ダイオードのアノード・カソード間に、抵抗を並列に接続することにより、ダイオードのオフからオンのスイッチング動作をスムーズに行うことができる。

【0055】また、ダイオードのアノード・カソード間に、分布定数線路とコンデンサとの直列回路、及び他のコンデンサを互いに並列に接続し、ダイオードのオフ時の静電容量と他のコンデンサとの合成静電容量と、分布定数線路のインダクタンス成分とで並列共振回路を構成することにより、第2のポートと第3のポート間、及び第3のポートと第4のポート間のアイソレーションを向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例である、高周波スイッチの斜視図である。

【図2】本発明の一実施例である、高周波スイッチの分解斜視図である。

【図3】本発明の一実施例である、高周波スイッチの回路構成図である。

【図4】従来の高周波スイッチの、概略構成図である。

【符号の説明】

Z2 高周波スイッチ

T1 多層基板

1～22 誘電体層

D1～D4 ダイオード

31～45, 49～64, 66～72, 81～83, 85～87

コンデンサ電極

46～48, 74～79 ストリップライン電極

C1～C18 コンデンサ

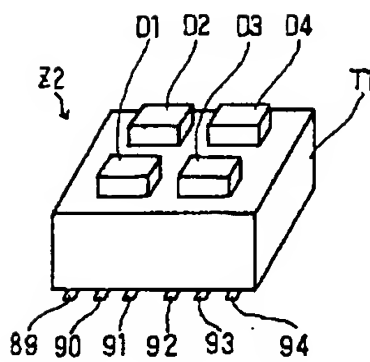
S1～S7 ストリップライン

R1～8 抵抗

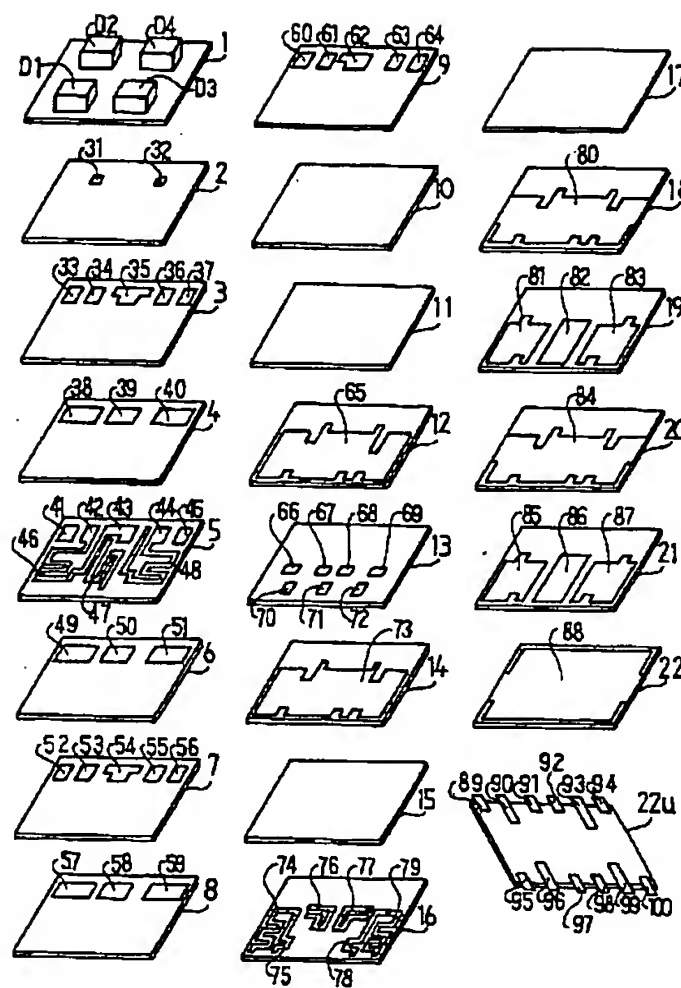
P1～P5 ポート

V1～V6 コントロール端子

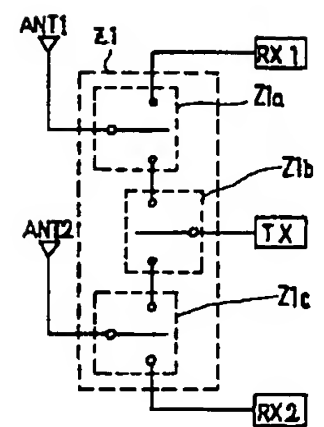
【図1】



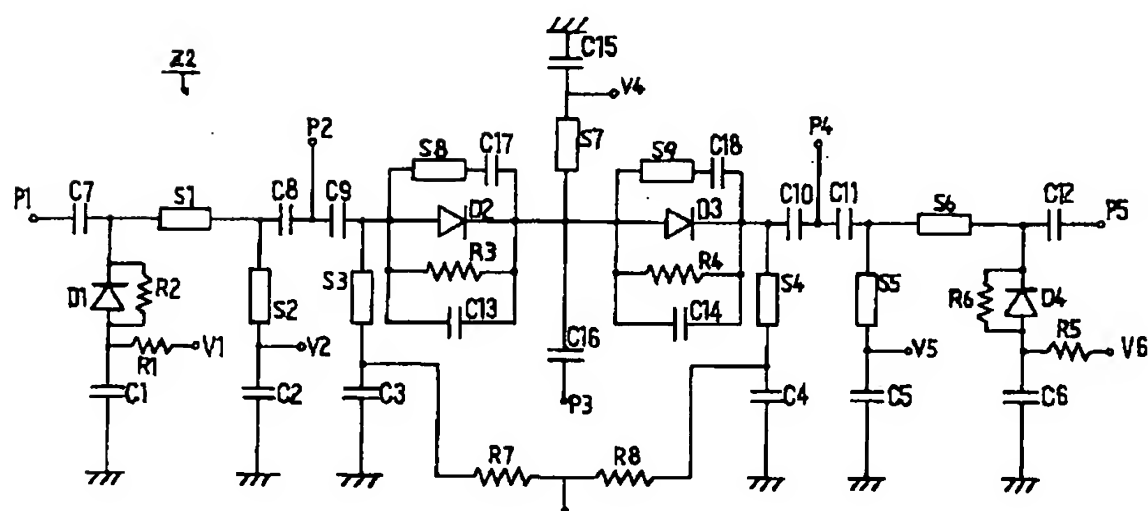
【図2】



【図4】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 上田 達也
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(72)発明者 降谷 孝治
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(72)発明者 中島 規巨
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内